

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-092116

(43)Date of publication of application : 10.04.1998

(51)Int.Cl. G11B 20/12  
G11B 20/10

(21)Application number : 08-248363

(71)Applicant : TOSHIBA CORP

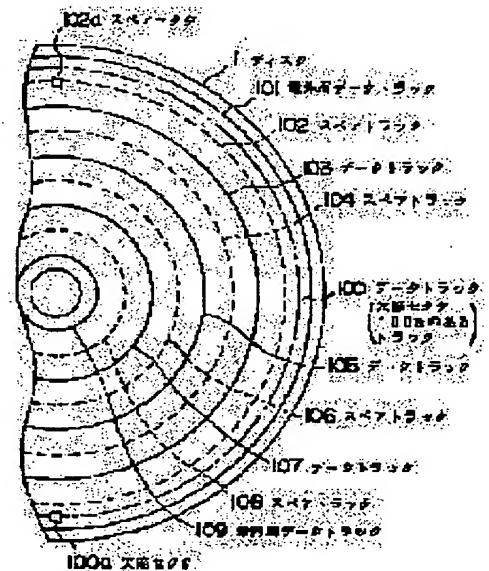
(22)Date of filing : 19.09.1996

(72)Inventor : ICHIKAWA YASUHIKO

**(54) DATA RECORDING/REPRODUCING APPARATUS AND SPARE TRACK ARRANGEMENT METHOD IN THE APPARATUS****(57)Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To execute spare track arrangement where increase of the execution time during access for a continuous sector group including the sectors to which alternation process is executed is set as the time required for single turn of the disc.

**SOLUTION:** The position for arrangement of spare tracks 102, 104, 106, 108 on a disc 1 is set to) the position, where the time, required when the access is started from one spare track at the position where there is no waiting time for rotation in the spare tracks 102, 104, 106, 108 and is returned to the original track by seeking from all data tracks on the disc 1 to the spare track nearest to such track, is set to the time less than the time required for single rotation of the disc. For the alternate sector of the defective sector 100, for example, a spare sector 102a located in the physically opposite position to the physical position of the sector 100a is selected from the spare track 102 nearest to the data track 100 where the sector 100a exists and it is also assigned. When such sector 102a is already used, the unused spare sector nearest to such section is selected and assigned.

**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-92116

(43) 公開日 平成10年(1998) 4月10日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>G 1 1 B 20/12  
20/10

識別記号

F I

G 1 1 B 20/12  
20/10

C

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平8-248363

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 9 月19 日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 市川 靖彦

東京都青梅市末広町2丁目9番地 株式会

社東芝青梅工場内

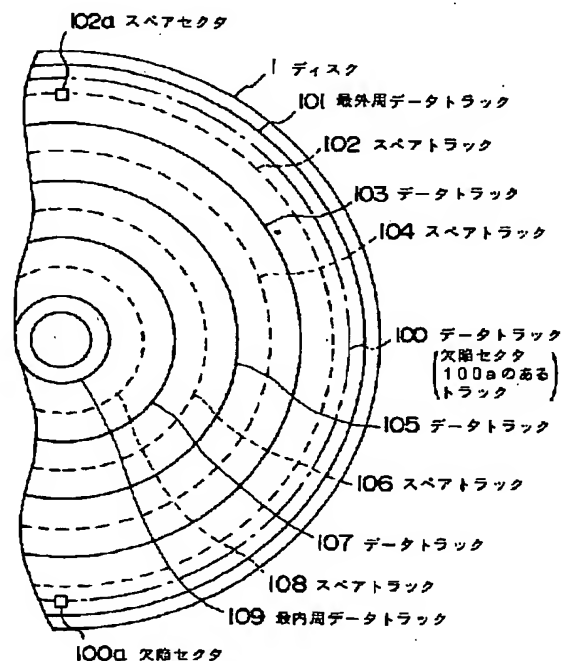
(74) 代理人 弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

(54) 【発明の名称】 データ記録再生装置及び同装置におけるスペアトラック配置方法

(57) 【要約】

【課題】 代替処理が行われたセクタを含む連続セクタ群に対するアクセス時の実行時間の増加をディスクの1回転時間とするスペアトラック配置を行う。

【解決手段】 ディスク1上へのスペアトラック102, 104, 106, 108の配置先を、ディスク1上の全てのデータトラックから、そのトラックに最も近いスペアトラックへシークして当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまでの時間がディスクの1回転時間以下となる位置とする。そして、例えば欠陥セクタ100aの代替先セクタには、当該セクタ100aが存在するデータトラック100に最も近いスペアトラック102の中から、当該セクタ100aの物理的位置と反対側の物理的位置にあるスペアセクタ102aを選択して割り当て、そのセクタ102aが使用済みなら、それに最も近い未使用のスペアセクタを選択して割り当てる。



1

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 欠陥セクタの再配置用の複数のスペアセクタからなるスペアトラックが複数配置されたディスクを備えたデータ記録再生装置であって、前記ディスク上の全てのデータトラックから、それぞれそのトラックに最も近い前記スペアトラックへシークして当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまでの時間が前記ディスクの1回転時間以下となる位置に、前記複数のスペアセクタの各々が配置されていることを特徴とするデータ記録再生装置。

【請求項2】 欠陥セクタが存在するデータトラックに最も近い前記スペアトラックの中から、前記ディスクの中心に対して前記欠陥セクタの物理的位置と反対側の物理的位置にあるスペアセクタを前記欠陥セクタの代替先セクタとして決定する代替先セクタ決定手段を備えたことを特徴とする請求項1記載のデータ記録再生装置。

【請求項3】 前記ディスクが半径方向に複数のゾーンに分割されたCDR (Constant Density Recording) 方式のフォーマットを適用しており、

前記代替先セクタ決定手段は、前記欠陥セクタのセクタ番号を  $i$ 、前記欠陥セクタが存在するデータトラックが属するゾーンの各トラックのデータセクタ数を  $n$ 、前記スペアトラックが属するゾーンの各トラックのデータセクタ数を  $m$  とすると、前記代替先セクタのセクタ番号  $f$  を、

$f = \{ (i/n) m + (m/2) \}$  の整数部の計算により求めることを特徴とする請求項2記載のデータ記録再生装置。

【請求項4】 欠陥セクタのセクタ番号を  $i$ 、1トラックのデータセクタ数を  $m$ 、前記欠陥セクタが存在するデータトラックから当該データトラックに最も近い前記スペアトラックへのシーク時間を  $M$ 、当該スペアトラックから前記欠陥セクタが存在するデータトラックへのシーク時間を  $N$  とすると、当該スペアトラックの中から、 $f = [i + \{M/(M+N)\} m]$  の整数部の計算により求められるセクタ番号  $f$  のスペアセクタを前記欠陥セクタの代替先セクタとして決定する代替先セクタ決定手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載のデータ記録再生装置。

【請求項5】 前記ディスクが半径方向に複数のゾーンに分割されたCDR (Constant Density Recording) 方式のフォーマットを適用しており、欠陥セクタのセクタ番号を  $i$ 、前記欠陥セクタが存在するデータトラックが属するゾーンの各トラックのデータセクタ数を  $n$ 、前記欠陥セクタが存在するデータトラックから当該データトラックに最も近い前記スペアトラックが属するゾーンの各トラックのデータセクタ数を  $m$ 、前記欠陥セクタが存在するデータトラックから当該スペアトラックへのシーク時間を  $M$ 、当該スペアトラックか

2

ら前記欠陥セクタが存在するデータトラックへのシーク時間を  $N$  とすると、当該スペアトラックの中から、

$f = [ (i/n) m + \{M/(M+N)\} m ]$  の整数部の計算により求められるセクタ番号  $f$  のスペアセクタを前記欠陥セクタの代替先セクタとして決定する代替先セクタ決定手段とを備えたことを特徴とする請求項1記載のデータ記録再生装置。

【請求項6】 前記代替先セクタ決定手段は、前記代替先セクタとして決定したスペアセクタが既に他の欠陥セクタの代替先セクタとして使用済みの場合には代替先セクタの再決定を行い、未使用のスペアセクタのうち前記代替先セクタとして決定したスペアセクタに最も近い位置のスペアセクタを新たに代替先セクタとして決定することを特徴とする請求項2乃至請求項5のいずれかに記載のデータ記録再生装置。

【請求項7】 欠陥セクタの再配置用の複数のスペアセクタからなるスペアトラックが複数配置されるディスクを備えたデータ記録再生装置におけるスペアトラック配置方法であって、

前記ディスク上の全てのデータトラックから、それぞれそのトラックに最も近い前記スペアトラックへシークして当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまでの時間が前記ディスクの1回転時間以下となる位置に、前記複数のスペアセクタの各々を配置することを特徴とするスペアトラック配置方法。

【請求項8】 欠陥セクタの再配置用の複数のスペアセクタからなるスペアトラックが複数配置されるディスクを備えたデータ記録再生装置における代替先セクタ決定方法であって、

前記ディスク上の全てのデータトラックから、それぞれそのトラックに最も近い前記スペアトラックへシークして当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまでの時間が前記ディスクの1回転時間以下となる位置に、前記複数のスペアセクタの各々を配置しておき、欠陥セクタの代替先を決定するに際し、前記欠陥セクタが存在するデータトラックに最も近い前記スペアトラックを選択し、

この選択した前記スペアトラックの中から、前記ディスクの中心に対して前記欠陥セクタの物理的位置と反対側の物理的位置にあるスペアセクタを前記欠陥セクタの代替先セクタとして決定するようにしたことを特徴とする代替先セクタ決定方法。

【請求項9】 欠陥セクタの再配置用の複数のスペアセクタからなるスペアトラックが複数配置されるディスクを備えたデータ記録再生装置における代替先セクタ決定方法であって、

前記ディスク上の全てのデータトラックから、それぞれそのトラックに最も近い前記スペアトラックへシークし

3

て当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1  
スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまで  
の時間が前記ディスクの1回転時間以下となる位置に、  
前記複数のスペアセクタの各々を配置しておき、  
欠陥セクタの代替先を決定するに際し、前記欠陥セクタ  
が存在するデータトラックに最も近い前記スペアトラッ  
クを選択し、  
前記欠陥セクタが存在するデータトラックから前記選択  
したスペアトラックへのシーク時間と当該スペアトラッ  
クから前記欠陥セクタが存在するデータトラックへのシ  
ーク時間との比率をもとに、当該スペアトラックの中か  
ら前記欠陥セクタの代替先となるスペアセクタを決定す  
るようにしたことを特徴とする代替先セクタ決定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、欠陥セクタの再配  
置用に複数のスペアトラックが配置されたディスクを備  
えたデータ記録再生装置及び同装置におけるスペアトラ  
ック配置方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ヘッドによりデータの記録差再生を行  
う、磁気ディスク装置に代表されるデータ記録再生装置  
では、記録媒体（メディア、ディスク）上の欠陥等によ  
り正しくリード／ライトしにくいセクタが発生した場合  
に、そのセクタを欠陥セクタであるとして使用するのを  
止め、予め欠陥セクタの再配置（代替）用に用意してあ  
るスペアトラック（代替先トラック）の中から代替先セ  
クタを決定して割り当てる代替処理を行うのが一般的で  
ある。

【0003】従来、スペアトラックには、ディスク上の  
最内周トラック（または最内周トラックを含む連続する  
複数のトラック）が割り当てられるのが一般的であつ  
た。また従来の上記代替処理における代替先セクタの決  
定方法は、欠陥セクタの物理セクタ番号（ディスク上の  
物理的な位置）に拘らず、スペアトラック上の先頭物理  
セクタから順番に割り当てるものであった。

【0004】以上のような代替処理が行われたセクタを  
含む連続するセクタ群に対するアクセスを行う場合、代  
替したセクタの1つ前のセクタをアクセス後、スペアト  
ラックへシークして代替先セクタをアクセスし、しかる  
後に元のトラックにシークして次のセクタをアクセスす  
る必要がある。このため、通常セクタをアクセスする場  
合に比べて、（1）スペアトラックへのシーク時間＋  
（2）代替先セクタまでの回転待ち時間＋（3）元のト  
ラックへのシーク時間＋（4）次のセクタまでの回転待  
ち時間だけ実行時間が増加する。ここで、上記（2）の  
代替先セクタまでの回転待ち時間、及び上記（4）の次  
のセクタまでの回転待ち時間は、いずれも最大ディスク  
の1回転時間となる。

【0005】

4

【発明が解決しようとする課題】このように、代替処理  
が行われたセクタへのアクセス（リード／ライトアクセ  
ス）を行った場合、通常セクタをアクセスする場合に比  
べて、（1）スペアトラックへのシーク時間＋（2）代  
替先セクタまでの回転待ち時間＋（3）元のトラックへ  
のシーク時間＋（4）次のセクタまでの回転待ち時間だ  
け実行時間が増加する。しかも、上記した従来技術にお  
いては、欠陥セクタの物理セクタ番号に無関係に代替先  
セクタを決定しており、欠陥セクタの物理位置と代替先  
セクタの物理位置との間の位置関係についての規定がな  
いため、代替先セクタまでの回転待ち時間、及び次のセ  
クタまでの回転待ち時間が、いずれも最大ディスクの1  
回転時間となり、場合によっては実行時間が大幅に増加  
するという問題があった。

【0006】そこで本発明者は、特願平8-15548  
7号において、上記実行時間の増加を、上記シーク時間  
（欠陥セクタのあるトラックとスペアトラックとの間の  
シークに要する時間）とディスクの1回転時間とをもと  
に、スペアトラックの中から、ディスクの中心に対して  
欠陥セクタの物理的位置と反対側の物理的位置にあるス  
ペアセクタ、またはディスクの中心に対して欠陥セクタ  
の物理的位置と同じ側の物理的位置にあるスペアセクタ  
のいずれか一方を欠陥セクタの代替先セクタとして決定  
する構成とすることにより、上記の実行時間の増加を抑  
えるようにしたデータ記録再生装置及び同装置における  
代替先セクタ決定方法を提案した。

【0007】このデータ記録再生装置及び同装置にお  
ける代替先セクタ決定方法においては、例えば上記シーク  
時間がディスクの1回転時間の1/2以下であるなら  
ば、ディスクの中心に対して欠陥セクタの物理的位置と  
反対側の物理的位置にあるスペアセクタを代替先とする  
ことで、上記実行時間の増加をディスクの1回転時間と  
することができる。同様に、上記シーク時間がディス  
クの1/2回転時間～1回転時間の範囲であるならば、デ  
ィスクの中心に対して欠陥セクタの物理的位置と同じ側  
の物理的位置にあるスペアセクタを代替先とすること  
で、上記実行時間の増加をディスクの2回転時間とする  
ことができる。

【0008】このように、特願平8-155487号で  
提案したデータ記録再生装置及び同装置における代替先  
セクタ決定方法においては、代替処理による実行時間の  
増加、即ち（1）スペアトラックへのシーク時間＋  
（2）代替先セクタまでの回転待ち時間＋（3）元のト  
ラックへのシーク時間＋（4）次のセクタまでの回転待  
ち時間で決まる実行時間の増加を、従来技術に比べて少  
なくできる。しかし実行時間の増加は一定でなく、スペ  
アトラックと欠陥セクタのあるトラックの距離が離れる  
ほど上記（1）、（3）のシーク時間が長くなるため実  
行時間が増加してしまう。

【0009】ここで、欠陥セクタのあるトラックとスペ

5

アトラックとの距離が短く、且つ上記(1)のシーク後、回転待ちのない位置のスペアセクタを代替先に決定し、上記(1)+(2)+(3)の時間がディスクの1回転時間より短い時間で済むとしても、上記(4)の次のセクタまでの回転待ち時間(最大1回転時間)があるため、上記(1)+(2)+(3)+(4)の時間(実行時間の増加)は1回転時間より短くならない。

【0010】同様に、上記(1)+(2)+(3)の時間がディスクの1回転時間以上2回転時間未満での実行時間の増加は2回転時間より短くならず、2回転時間以上3回転時間未満での実行時間の増加は3回転時間より短くならない。

【0011】本発明は上記事情を考慮してなされたものでその目的は、ディスク上に複数のスペアトラックを分散配置すると共に、そのスペアトラックの配置先を、ディスク上の全てのデータトラックから、それぞれそのトラックに最も近いスペアトラックへシークして当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまでの時間がディスクの1回転時間以下となる位置とすることで、代替処理が行われたセクタを含む連続するセクタ群に対するアクセスに伴う実行時間の増加を常にディスクの1回転時間とすることができるデータ記録再生装置及び同装置におけるスペアトラック配置方法を提供することにある。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】本発明は、データ記録再生装置の有するディスク上に欠陥セクタの再配置用のスペアトラックを複数分散配置し、しかもその配置先を、ディスク上の全てのデータトラックから、それぞれそのトラックに最も近いスペアトラックへシークして当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまでの時間がディスクの1回転時間以下となる位置としたことを特徴とする。

【0013】このようにディスク上に複数のスペアトラックを分散配置することで、欠陥セクタの代替処理により、その欠陥セクタに最も近いスペアトラックを選んで、そのスペアトラック内の1スペアトラックを代替先セクタとして割り当てた場合、代替セクタの選び方によっては、代替処理が行われたセクタを含む連続するセクタ群に対するアクセスに伴う実行時間の増加を常にディスクの1回転時間とすることが可能となる。

【0014】特に、欠陥セクタに最も近いスペアトラックの中から、ディスクの中心に対して欠陥セクタの物理的位置と反対側の物理的位置にあるスペアセクタを欠陥セクタの代替先セクタとして決定するならば、代替処理後に、その代替処理されたセクタを含んだ連続するセクタ群に対するリード/ライトを行った場合に、実行時間の増加をディスクの1回転時間としながら、スペアトラ

6

ックへのシーク後の代替先セクタまでの回転待ちに要する時間と、スペアトラックから元のデータとに戻った後の欠陥セクタの次のセクタまでの回転待ちに要する時間とをほぼ等しくでき、常に安定して代替先セクタ及び欠陥セクタの次のセクタをアクセスできる。

【0015】ここで、ディスクの中心に対して欠陥セクタの物理的位置と反対側の物理的位置にあるスペアセクタのセクタ番号 $f$ は、CDR方式のフォーマットを適用したディスクの場合、上記欠陥セクタのセクタ番号を $i$ 、欠陥セクタが存在するデータトラックが属するゾーンの各トラックのデータセクタ数を $n$ 、スペアトラックが属するゾーンの各トラックのデータセクタ数を $m$ とすると、

$f = \{ (i/n) m + (m/2) \}$  の整数部の計算により求めればよい。

【0016】また、近年のデータ記録再生装置には、同じ距離をシークするにも、外周から内周にシークする場合と内周から外周にシークする場合とでシーク速度が異なるものがある。そこで、このようなシーク制御を行うデータ記録再生装置に本発明を適用するには、欠陥セクタのセクタ番号を $i$ 、1トラックのデータセクタ数を $m$ 、欠陥セクタが存在するデータトラックから当該データトラックに最も近いスペアトラックへのシーク時間を $M$ 、当該スペアトラックから欠陥セクタが存在するデータトラックへのシーク時間を $N$ とすると、当該スペアトラックの中から、

$f = [ i + \{ M / (M+N) \} m ]$  の整数部の計算により求められるセクタ番号 $f$ のスペアセクタを欠陥セクタの代替先セクタとして決定すればよい。

【0017】更に、上記のCDR方式のフォーマットを適用したディスクの場合であれば、上記のスペアトラックの中から、

$f = [ (i/n) m + \{ M / (M+N) \} m ]$  の整数部の計算により求められるセクタ番号 $f$ のスペアセクタを欠陥セクタの代替先セクタとして決定すればよい。

#### 【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明を磁気ディスク装置に適用した実施の形態につき図面を参照して説明する。図1は本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図である。

【0019】図1において、1はデータが記録される媒体であるディスク(磁気ディスク)、2はディスク1へのデータ書き込み(データ記録)及びディスク1からのデータ読み出し(データ再生)に用いられるヘッド(磁気ヘッド)である。このヘッド2は、ディスク1の各データ面に対応してそれぞれ設けられる。

【0020】ディスク1の両面には同心円状の多数のトラックが形成され、各トラックは複数のセクタ(サーボセクタ)に分割されている。各サーボセクタは、位置決め制御等に用いられる(シリンダ番号を示すシリンダデ

7

ータ及びシリンダデータの示すシリンダ内の位置誤差を波形の振幅で示すためのバーストデータを含む) サーボデータが記録されたサーボ領域、データ(ユーザデータ)が記録されるユーザ領域からなる。各サーボ領域は、ディスク1上では中心から各トラックを渡って放射状に配置されている。各ユーザ領域には、複数のデータセクタが設定される。

【0021】本実施形態におけるディスク1は、CDR(Constant Density Recording)方式(のフォーマット)を適用している。CDR方式では、ディスク1上が半径方向に複数のゾーンに分割され、各ゾーンには数十から数百のトラック(シリンダ)が含まれている。このCDR方式では、シリンダの物理的な周の長さを想定し、その周に対する記録密度をほぼ一定にするようなデータセクタ構成、即ち各ゾーンによりデータセクタの数が異なる構成となっている。

【0022】ディスク1の各面の複数の所定シリンダ位置のトラックは欠陥セクタの代替用のスペアトラックとして割り当てられている。本実施形態では、ディスク1上の任意のデータトラックから、そのトラックに最も近いスペアトラックへシーク当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1セクタ(スペアセクタ)をアクセスし、元のデータトラックに戻る(シークする)までの時間、即ち(1)スペアトラックへのシーク時間+(2')シーク先のスペアトラック上の回転待ち時間のない位置のスペアセクタをアクセスするのに要する時間+(3)元のトラックへのシーク時間が常にディスク1の1回転時間以内になるようなシリンダ位置に、スペアトラックを配置している。

【0023】図2は、このような条件を満たす4つのスペアトラックがディスク1のデータ面上に配置されている様子を示す概念図である、図2の例では、ディスク1のデータ面上に4つのスペアトラック102、104、106、108が分散配置されている。スペアトラック102、104、106、108の中では、スペアトラック102が最も外周側に配置されており、以下、内周側に向かってスペアトラック104、スペアトラック106、スペアトラック108の順で配置されている。

【0024】スペアトラック102は、ディスク1上の最外周のデータトラック101から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックである。

【0025】スペアトラック102とスペアトラック104との中間のデータトラック103は、スペアトラック102からもデータトラック103からも上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックである。言い換えれば、スペアトラック102とスペアトラック104は、いずれもデータトラック103から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックである。

8

【0026】スペアトラック104とスペアトラック106との中間のデータトラック105は、スペアトラック104からもデータトラック106からも上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックである。言い換えれば、スペアトラック104とスペアトラック106は、いずれもデータトラック105から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックである。

【0027】スペアトラック106とスペアトラック108との中間のデータトラック107は、スペアトラック106からもデータトラック108からも上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックである。言い換えれば、スペアトラック106とスペアトラック108は、いずれもデータトラック107から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックである。

【0028】また、スペアトラック108は、ディスク1上の最内周のデータトラック109から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間となるトラックでもある。

【0029】なお、各トラック101、102、103、104、105、106、107、108、109間には多数のデータトラックが存在するが、図2では省略してある。

【0030】即ち、スペアトラック102は、データトラック101、103及び当該トラック101、103間の全てのデータトラック(図示せず)から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間以内となるシリンダ位置に配置されている。

【0031】同様に、スペアトラック104は、データトラック103、105及び当該トラック103、105間の全てのデータトラック(図示せず)から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間以内となるシリンダ位置に配置されている。

【0032】同様に、スペアトラック106は、データトラック105、107及び当該トラック105、107間の全てのデータトラック(図示せず)から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間以内となるシリンダ位置に配置されている。

【0033】同様に、スペアトラック108は、データトラック107、109及び当該トラック107、109間の全てのデータトラック(図示せず)から上記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間以内となるシリンダ位置に配置されている。

【0034】またディスク1の各面のデータエリアとは別の領域、例えば最内周データトラック109より内側の領域には、システムエリア(図示せず)が割り当てられている。このシステムエリアには、図5に示すスペアトラック使用状況テーブル121及び図6に示す代替先割り当て状況テーブル122が保存されている。このテ

9

ーブル121, 122は装置の起動時に後述するRAM 12に読み込まれる。なお、本実施形態では、テーブル111, 112を、バックアップのためにディスク1の各面のシステムエリアに保存するようにしているが、特定の面のシステムエリアのみに保存するようにしても構わない。但し、信頼性の観点からは、テーブル111, 112のバックアップがとれる構成とすることが好ましい。

【0035】ディスク1はスピンドルモータ (SPM) 3により高速に回転する。ヘッド2はキャリッジ4と称するヘッド移動機構に取り付けられて、このキャリッジ4の移動によりディスク1の半径方向に移動する。キャリッジ4は、ボイスコイルモータ (VCM) 5により駆動される。

【0036】スピンドルモータ (SPM) 3及びボイスコイルモータ (VCM) 5は、モータドライバ6に接続されている。モータドライバ6は、スピンドルモータ3に制御電流を流して当該モータ3を駆動する他、ボイスコイルモータ5に制御電流を流して当該モータ5を駆動する。この制御電流の値 (制御量) は、CPU (マイクロプロセッサ) 10の計算処理で決定され、例えばデジタル値で与えられる。

【0037】各ヘッド2は例えばフレキシブルプリント配線板 (FPC) に実装されたヘッドIC7と接続されている。ヘッドIC7は、ヘッド2の切り替え、ヘッド2との間のリード/ライト信号の入出力等を司るもので、ヘッド2で読み取られたアナログ出力を増幅するヘッドアンプ71を有する。

【0038】ヘッドIC7はリード/ライトIC (リード/ライト回路) 8と接続されている。リード/ライトIC8は、ヘッド2によりディスク1から読み出されてヘッドIC7内のヘッドアンプ71で増幅されたアナログ出力 (ヘッド2のリード信号) を入力し、データ再生動作に必要な信号処理を行うデコード機能と、ディスク1へのデータ記録動作に必要な信号処理を行うエンコード機能と、ヘッド位置決め制御等のサーボ処理に必要なサーボデータの再生処理 (ヘッド2により読み出されたサーボ領域のサーボデータを処理してシリンダデータを含むデータパルスを生成すると共に、サーボデータ中のバーストデータのピーク値をサンプルホールドする処理) を行う信号処理機能を有する。

【0039】サーボ処理回路9は、リード/ライトIC8からのデータパルス及びバーストデータを受けてサーボ処理に必要な信号処理を実行する。即ちサーボ処理回路9は、リード/ライトIC8からのデータパルスからシリンダデータ (シリンダ番号) 等を抽出・復号するデコード機能、及びライトゲート等のタイミング生成機能を有する。またサーボ処理回路9は、リード/ライトIC8からのバーストデータのピーク値のサンプルホールド結果をA/D (アナログ/デジタル) 変換してCP

10

U10に出力するA/D変換機能も有する。

【0040】CPU10は、例えばワンチップのマイクロプロセッサである。このCPU10は、ROM11に格納されている制御用プログラム (ファームウェア) に従って磁気ディスク装置内の各部を制御する。

【0041】CPU10は、サーボ処理回路9と共にヘッド位置決め制御を実行するサーボ処理システム (ヘッド位置決め制御機構) を構成しており、サーボ処理回路9で抽出されたシリンダデータ及び当該サーボ処理回路9で変換されたバーストデータのピーク値のサンプルホールド結果に対するA/D変換値を当該サーボ処理回路9から読み取り、その読み取ったデータに従って (モータドライバ6を介してボイスコイルモータ5を駆動制御することで) ヘッド2を目標シリンダに移動させて、その目標シリンダの中心 (トラック中心) に位置決めするヘッド位置決め制御を司る。

【0042】CPU10はまた、欠陥セクタに対して代替先セクタ (スペアセクタ) を割り当てる代替処理を行う。CPU10は、この代替処理において、欠陥セクタから最も近いスペアトラックをサーチし、そのスペアトラックの中からディスクの中心に対して欠陥セクタの物理的位置と反対側の物理的位置にあるスペアセクタ、またはその近傍のスペアセクタを代替先セクタとして割り当てるようになっている。

【0043】この他にCPU10は、HDC14を制御することによるリード/ライトデータの転送制御も行う。CPU10には、不揮発性メモリとしてのROM (Read Only Memory) 11、CPU10のワーク領域等を提供する書き替え可能な揮発性メモリとしてのRAM (Random Access Memory) 12、及び磁気ディスク装置の制御用のパラメータ類の保存等に用いられる書き替え可能な不揮発性メモリとしてのEEPROM (Electrically Erasable and Programmable Read Only Memory) 13が接続されている。

【0044】ROM11には、磁気ディスク装置内の各部を制御するための制御用プログラム (ファームウェア) の他に、ゾーン毎のデータセクタ数を示すテーブル (ゾーン毎セクタ数テーブル) 111、及びスペアトラック決定テーブル112が予め格納されている。

【0045】ゾーン毎セクタ数テーブル111のデータ構造例を図3に示す。ゾーン毎セクタ数テーブル111の各エントリは、ゾーン (の識別子) と、当該ゾーンのシリンダ範囲と、当該ゾーンの各データトラックのセクタ数の組からなる。図3中のゾーンZbを例にとると、当該ゾーンZbはシリンダ範囲がSa~Sbであり、当該ゾーンZbのデータトラックのデータセクタ数がSNAであることを示す。

【0046】次に、スペアトラック決定テーブル112のデータ構造例を図4に示す。スペアトラック決定テーブル112の各エントリは、スペアトラック (のヘッド



11

番号及びシリンダ番号)と、そのスペアトラックに対する前記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間以内となるデータトラックのシリンダ範囲の組からなる。図4中のスペアトラックT1を例にとると、当該スペアトラックT1に対する前記(1)+(2')+(3)の時間がディスク1の1回転時間以内となるデータトラックのシリンダ範囲がS0~S1であることを示す。

【0047】再び図1を参照すると、RAM12には、図1の装置の起動時に、図5に示したスペアトラック使用状況テーブル121及び図6に示した代替先割り当て状況テーブル122(を含むシステムエリアの情報)が読み込まれるようになっている。

【0048】図5のスペアトラック使用状況テーブル121は、ディスク1の各面のスペアトラック毎に、そのトラック内の各セクタ(スペアセクタ)が、欠陥セクタの代替先セクタとして割り当てられているか否かを示す。一方、図6の代替先割り当て状況テーブル122は、欠陥セクタの位置情報(ヘッド番号、シリンダ番号及びセクタ番号)と、当該欠陥セクタの代替先として割り当てられているスペアトラック内のスペアセクタ(代替先セクタ)の位置情報(ヘッド番号、シリンダ番号及びセクタ番号)とを示す。リード/ライトアクセス時には、この代替先割り当て状況テーブル122を参照することで、対象となるセクタが欠陥セクタであるために代替先セクタ(が存在するスペアトラックにシークして当該代替先セクタ)をアクセスする必要があるか否かを判断することができる。

【0049】CPU10にはまた、ディスクコントローラ(HDC)14が接続されている。HDC14は、ホスト装置との間のコマンド、データの通信を制御すると共に、リード/ライトIC8(を介してディスク1)との間のデータの通信を制御する。このHDC14には、リード/ライトデータがキャッシュ方式で格納される、例えばRAM等で構成されるバッファメモリ(バッファRAM)15と、ホストインタフェース16とが接続されている。ホストインタフェース16は、HDC14とホスト装置とのインタフェースをなしており、HDC14は当該ホストインタフェース16を介してホスト装置との間のコマンド、データの通信を行う。

【0050】次に、図1の構成における欠陥セクタに対する代替処理について説明する。今、図1の磁気ディスク装置において、図2に示すディスク1上の最内周データトラック101とデータトラック103との間にあるデータトラック100のセクタ(データセクタ)100aが正常にリード/ライトアクセスできなかったために、リード/ライトアクセスのリトライを行い、所定回

$$f = \{ (i/n) m + (m/2) \} \text{の整数部} \quad \dots (1)$$

の計算により求められる。なお、ディスク1がCDR方式を適用しない場合には、 $n=m$ である。

12

数のリトライを実行してもアクセスに成功しなかった結果、当該セクタ100aが欠陥セクタ100aであると判断されたものとする。

【0051】このような場合、CPU10は、欠陥セクタ100aを割り当てるのに最適なスペアトラックを決定し、そのスペアトラック中のいずれかのセクタ(スペアセクタ)を欠陥セクタ100aの代替先として割り当てる代替処理を、図7のフローチャートに従って次のように行う。

【0052】まずCPU10は、欠陥セクタ100aが存在するデータトラック100から最も近いスペアトラックをサーチする(ステップS1)。このスペアトラックサーチ処理は、RAM12に読み込まれているスペアセクタ決定テーブル112を、欠陥セクタ100aが存在するデータトラック100のヘッド番号及びシリンダ番号により参照することで実現される。即ちCPU10は、スペアセクタ決定テーブル112から、欠陥セクタ100aが存在するデータトラック100のヘッド番号と同じヘッド番号のスペアトラックのうち、データトラック100のシリンダ番号が含まれるシリンダ範囲のスペアトラックをサーチする。

【0053】欠陥セクタ100aが存在するデータトラック100が図2に示すディスク1上のデータトラック101、103間にある例では、スペアトラックとしてスペアトラック102が決定される。このスペアトラック102は、データトラック101から上記(1)+(2')+(3)の時間、即ち(1)スペアトラック102へのシーク時間+(2)スペアトラック102内の回転待ち時間のない位置のスペアセクタのアクセスに要する時間+(3)元のデータトラック100へのシーク時間がディスク1の1回転時間以内となる位置である。

【0054】CPU10は、欠陥セクタ100aが存在するデータトラック100のスペアトラックとしてスペアトラック102を決定すると、そのスペアトラック102内のスペアセクタの中から、ディスク1の中心に対して、欠陥セクタ100aの物理的位置とは反対側の物理的位置にあるセクタ(スペアセクタ)102aを代替先セクタの第1の候補として選択し、そのセクタ番号(データセクタ番号)を代替先セクタサーチのためのベースセクタ番号fとする(ステップS2)。

【0055】ここで、ベースセクタ番号fは、欠陥セクタ100aのセクタ番号(物理セクタ番号)をi、当該欠陥セクタ100aが存在するデータトラック100が属するゾーンをZn、そのゾーンZnの各トラックのデータセクタ数をn、スペアトラック102が属するゾーンをZm、そのゾーンZmの各トラックのデータセクタ数をmとすると、

【0056】CPU10は、代替先セクタサーチのためのベースセクタ番号fを求めると、代替先セクタサーチ



13

のためのオフセット値  $g$  を初期値 0 にセットする (ステップ S3)。

【0057】次に CPU10 は、ベースセクタ番号  $f$  にその時点のオフセット値  $g$  を加算し、(スペアトラック 102 内のスペアセクタのうち) その加算値  $f+g$  で示されるセクタ番号のスペアセクタ (この時点ではスペアセクタ 102a) が代替先セクタとして使用されているか否かを、スペアトラック使用状況テーブル 121 を参照することで判断する (ステップ S4)。

【0058】もし、セクタ番号  $f+g$  のスペアセクタが使用されていないならば、CPU10 は当該スペアセクタを欠陥セクタ 100a の代替セクタとして決定し、

(RAM12 に読み込まれている) スペアトラック使用状況テーブル 121 中の当該スペアセクタの状態を“使用状態”に設定すると共に、(RAM12 に読み込まれている) 代替先割り当て状況テーブル 122 に、欠陥セクタ 100a の位置情報 (ヘッド番号、シリンダ番号及びセクタ番号) と当該欠陥セクタ 100a の代替先として決定したスペアトラック 102 内のスペアセクタの位置情報 (ヘッド番号、シリンダ番号及びセクタ番号) とを登録する代替処理を実行する (ステップ S7)。

【0059】これに対し、セクタ番号  $f+g$  のスペアセクタが既に使用されているならば、CPU10 は、当該スペアセクタに隣接するスペアセクタのセクタ番号を算出するために、現在のオフセット値  $g$  を +1 する (ステップ S5)。そして CPU10 は、この +1 後のオフセット値  $g$  を、ベースセクタ番号  $f$  から減算し、(スペアトラック 102 内のスペアセクタのうち) その減算値  $f-g$  で示されるセクタ番号のスペアセクタ、即ち最初に使用されていると判断されたスペアセクタ (ここではスペアセクタ 102a) より  $g (=1)$  セクタ分手前のスペアセクタが代替先セクタとして使用されているか否かを、スペアトラック使用状況テーブル 121 を参照することで判断する (ステップ S6)。

【0060】もし、セクタ番号  $f-g$  のスペアセクタが使用されていないならば、CPU10 は当該スペアセクタを欠陥セクタ 100a の代替セクタとして決定し、前記したセクタ番号  $f+g$  のスペアセクタを欠陥セクタ 100a の代替セクタとして決定した場合と同様の代替処理を実行する (ステップ S7)。

【0061】これに対し、セクタ番号  $f-g$  のスペアセクタが既に使用されているならば、ステップ S4 に進んで、 $f+g$  で示されるセクタ番号のスペアセクタ、即ち最初に使用されていると判断されたスペアセクタより  $g (=1)$  セクタ分後のスペアセクタが代替先セクタとして使用されているか否かを判断する。

【0062】もし、セクタ番号  $f+g$  のスペアセクタが使用されていないならば、CPU10 は当該スペアセクタを欠陥セクタ 100a の代替セクタとして決定して代替処理を実行する (ステップ S7)。これに対してセク

14

タ番号  $f+g$  のスペアセクタが既に使用されているならば、CPU10 は再びステップ S5 に戻り、その時点のオフセット値  $g$  を +1 する。

【0063】以上により、データトラック 100 上のセクタ 100a が欠陥セクタ 100a として検出された場合には、スペアトラック 102 上の、欠陥セクタ 100a の物理的位置とは反対側の物理的位置にあるスペアセクタ 102a またはその前後のスペアセクタが代替先セクタとして決定され、当該スペアセクタが欠陥セクタ 100a の代替先セクタに代替処理される。

【0064】以上のような代替処理をすることで、代替処理後に、その代替処理されたセクタを含んだ連続するセクタ群に対するリード/ライトを行った場合の実行時間の増加、即ち代替したセクタ (欠陥セクタ) の 1 つ前のセクタをアクセス後、スペアトラックへシークして代替先セクタをアクセスし、しかる後に元のデータトラックにシークして次のセクタをアクセスすることによる実行時間の増加、具体的には (1) スペアトラックへのシーク時間 + (2) 代替先セクタまでの回転待ち時間 + (3) 元のデータトラックへのシーク時間 + (4) 次のセクタまでの回転待ち時間で決まる実行時間の増加は、(1) + (2) の時間及び (3) + (4) の時間がそれぞれディスク 1 の 1/2 回転時間 (一定) であることから、常にディスク 1 の 1 回転時間 (一定) にすることができる。

【0065】ここで、代替処理されたセクタを含んだ連続するセクタ群に対するリード/ライト動作について、欠陥セクタ 100a の代替先としてスペアトラック 102 のスペアセクタ 102a が割り当てられている場合のリードアクセスを例に簡単に述べる。

【0066】まず CPU10 は、データトラック 100 上の代替処理したセクタ (欠陥セクタ) 100a の 1 つ前のセクタをリードした後、代替先割り当て状況テーブル 122 に従って、ヘッド 2 をデータトラック 100 からスペアトラック 102 にシークする。このトラック 100、102 間のシーク時間 (1) は、ディスク 1 の 1 回転時間の 1/2 以下である。この状態で CPU10 は代替先セクタ (スペアセクタ) 102a までの時間

(2) の回転待ちの後、当該代替先セクタ (スペアセクタ) 102a をリードする。この回転待ち時間 (2) は、ディスク 1 の 1/2 回転時間 - シーク時間 (1) である。したがって、上記 (1) + (2) の時間はディスク 1 の 1/2 回転時間である。

【0067】CPU10 は代替先セクタ (スペアセクタ) 102a をリードすると、次のセクタ、即ち代替処理したセクタ (欠陥セクタ) 100a の 1 つ後のセクタをリードするために、スペアトラック 102 から代替処理したセクタ (欠陥セクタ) 100a のある元のデータトラック 100 にヘッド 2 をシークする。このトラック 102、100 間のシーク時間 (3) は、ディスク 1 の

15

1回転時間の1/2以下である。この状態でCPU10は欠陥セクタ100aの次のセクタまでの時間(4)の回転待ちの後、当該欠陥セクタ100aの次のセクタをリードする。この回転待ち時間(4)は、ディスク1の1/2回転時間-シーク時間(3)である。したがって、上記(3)+(4)の時間はディスク1の1/2回転時間であり、上記(1)+(2)+(3)+(4)の時間、即ち代替処理後に、その代替処理されたセクタを含んだ連続するセクタ群に対するリード/ライトを行った場合の実行時間の増加は常にディスク1の1回転時間となる。ここでは、上記(2)の回転待ち時間と上記(4)の回転待ち時間はほぼ等しく、常に安定して代替先セクタ及び欠陥セクタの次のセクタをアクセスできる。

【0068】なお、以上の実施形態では、シーク動作時のシーク速度がシーク方向(ディスク1の外周側から内周側に向かうシークであるか、或いは内周側から外周側に向かうシークであるか)に無関係に決定されること、例えばデータトラックAからデータトラックBへのシーク時と、データトラックBからデータトラックAへのシーク時とは、同一のシーク速度が設定されることを前提としているが、これに限るものではない。例えば本出願人は、特願平7-69531号において、ヘッドの最低浮上量を確保するために、ディスクの内周から外周に向かうシーク時には、同じ距離をディスクの外周から内周にシークさせる場合に比べてシーク速度を小さく設定することを提案している。

【0069】ここで、前記実施形態と同様に、欠陥セクタ100aの代替先をスペアトラック102の中から選択する場合を例にとると、欠陥セクタ100aのデータトラック100からスペアトラック102にシークする場合の(シーク速度VMに反比例した)シーク時間をM、その逆にスペアトラック102からデータトラック100にシークする場合の(シーク速度VNに反比例した)シーク時間をNとすると、欠陥セクタ100aの代替先セクタの第1の候補のセクタ番号、即ちベースセクタ番号fは、

$$f = [(i/n) m + \{M/(M+N)\} m] \text{ の整数部} \quad \dots (2)$$

の計算により求めればよい。明らかなように、前記

(1)式は、この(2)式においてM=Nの場合である。

【0070】また、以上の実施形態では、磁気ディスク装置について説明したが、本発明は、スペアトラックを利用した欠陥セクタの代替処理を行うものであれば、光磁気ディスク装置など、磁気ディスク装置以外のデータ記録再生装置にも適用可能である。

【0071】

【発明の効果】以上詳述したように本発明によれば、ディスク上に複数のスペアトラックを分散配置すると共に、そのスペアトラックの配置先を、ディスク上の全てのデータトラックから、それぞれそのトラックに最も近いスペアトラックへシークして当該スペアトラック内の回転待ち時間のない位置の1スペアトラックをアクセスし、元のトラックに戻るまでの時間がディスクの1回転時間以下となる位置としたことで、代替処理が行われたセクタを含む連続するセクタ群に対するアクセスに伴う実行時間の増加を常に最小のディスクの1回転時間とすることができ、代替処理によるパフォーマンスの低下を最小限に抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る磁気ディスク装置の構成を示すブロック図。

【図2】同実施形態におけるディスク1上への複数のスペアセクタの配置位置を説明するための図。

【図3】同実施形態で適用されるゾーン毎セクタ数テ

16

ブル111のデータ構造例を示す概念図。

【図4】同実施形態で適用されるスペアトラック決定テーブル112のデータ構造例を示す概念図。

【図5】同実施形態で適用されるスペアトラック使用状況テーブル121のデータ構造例を示す概念図。

【図6】同実施形態で適用される代替先割り当て状況テーブル122のデータ構造例を示す概念図。

【図7】同実施形態における欠陥セクタに対する代替処理を説明するためのフローチャート。

ブル111のデータ構造例を示す概念図。

【図4】同実施形態で適用されるスペアトラック決定テーブル112のデータ構造例を示す概念図。

【図5】同実施形態で適用されるスペアトラック使用状況テーブル121のデータ構造例を示す概念図。

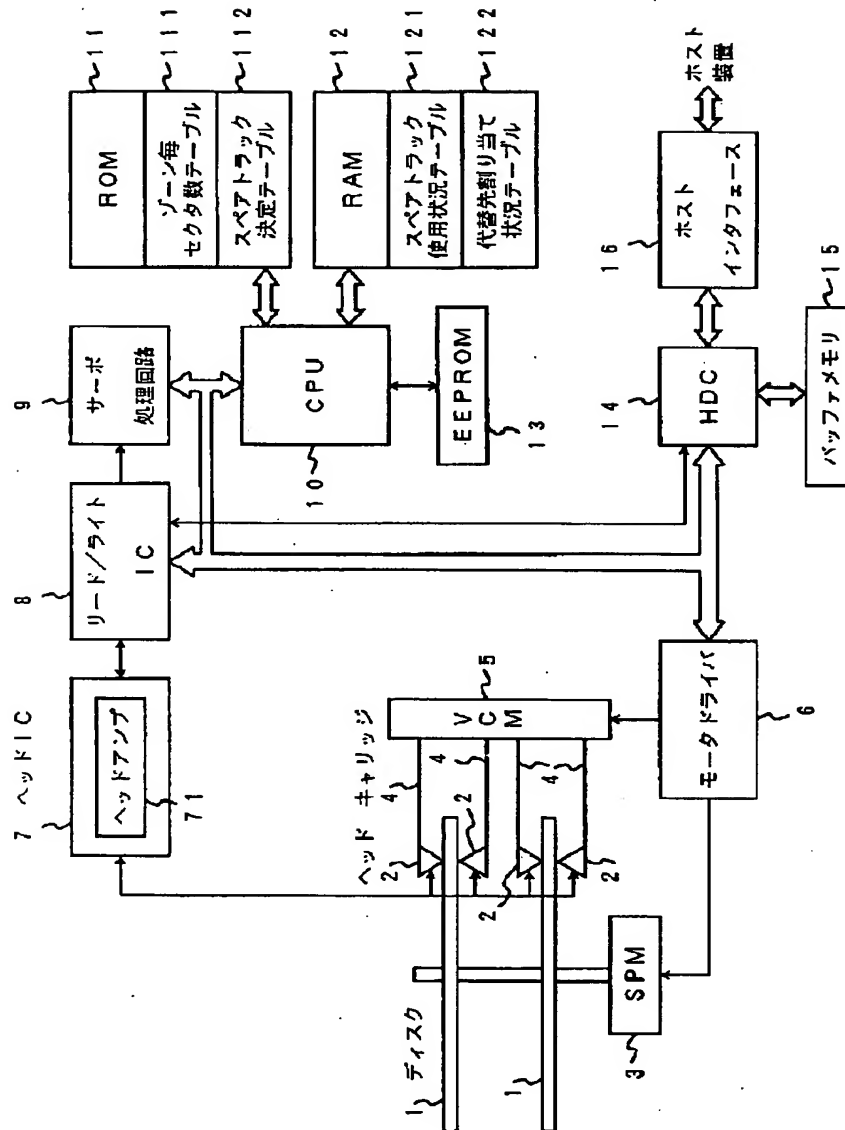
【図6】同実施形態で適用される代替先割り当て状況テーブル122のデータ構造例を示す概念図。

【図7】同実施形態における欠陥セクタに対する代替処理を説明するためのフローチャート。

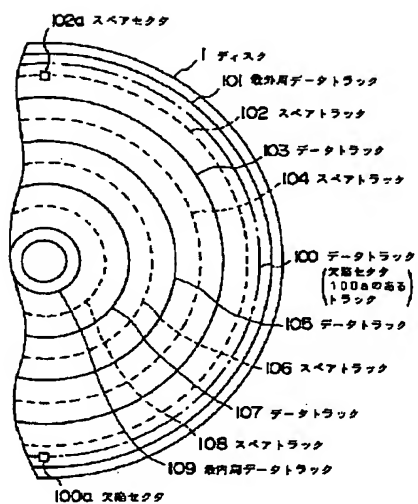
【符号の説明】

1…ディスク、  
2…ヘッド、  
10…CPU(代替先セクタ決定手段)  
11…ROM、  
12…RAM、  
100…データトラック(欠陥セクタ100aのあるトラック)、  
100a…欠陥セクタ、  
101, 103, 105, 107, 109…データトラック、  
102, 104, 106, 108…スペアトラック、  
102a…スペアセクタ、  
111…ゾーン毎セクタ数テーブル、  
112…スペアトラック決定テーブル、  
121…スペアトラック使用状況テーブル、  
122…代替先割り当て状況テーブル。

【図1】



【図2】



【図3】

111 ゾーン毎セクタ数テーブル

シリンダ範囲	ゾーン	セクタ数
$S_a (0 \sim S_a)$	$Z_a$	$SN_a$
$S_b (S_a \sim S_b)$	$Z_b$	$SN_b$
$S_c (S_b \sim S_c)$	$Z_c$	$SN_c$

【図4】

112 スベアトラック決定テーブル

シリンダ範囲	スベアトラック
$S_0 (0 \sim S_0)$	$T_0$
$S_1 (S_0 \sim S_1)$	$T_1$
$S_2 (S_1 \sim S_2)$	$T_2$

【図6】

122 代替先割り当て状況テーブル

欠陥セクタ	代替先セクタ
⋮	⋮

【図5】

121 スベアトラック使用状況テーブル

スベアトラック	セクタ0	セクタ1	-----
$T_0$	1	1	-----
$T_1$	0	1	-----
$T_2$	0	0	-----

1 : 使用  
0 : 未使用

【図7】

